

Hydroxyapatite 피복 무시멘트 비구컵을 이용한 인공고관절 전치환술 - 최소 10년 이상 추시 결과 -

이동훈 · 양익환 · 한창동

연세대학교 의과대학 정형외과학교실

Total Hip Arthroplasty with Hydroxyapatite-Coated Cementless Acetabular Cup - Minimum 10-Year Follow-up Result -

Dong Hoon Lee, M.D., Ick Whan Yang, M.D., and Chang Dong Han, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: We report on minimum 10-year follow-up results of total hip arthroplasties with hydroxyapatite (HA)-coated cementless acetabular cups.

Materials and Methods: From January 1992 to October 1994, we performed one-hundred eight primary total hip replacements in ninety-seven patients using HA-coated cementless acetabular cup. Eighty-four cases in seventy-seven patients were followed-up for a minimum of 10 years.

Results: The mean Harris score was 54.7 (range, 0 to 77.2) points preoperatively and 88.5 (range, 27.1 to 100) points at the most recent follow-up. Revision procedures were required on twenty-eight (33.3%) hips. Thirteen (15.5%) cups were revised because of loosening. Seven (9.5%) hips among the eight that revealed excessive polyethylene wear and osteolysis were revised and one hip is waiting for the revision procedure. In seven (8.3%) cases, only a polyethylene liner exchange was performed because of excessive liner wear without osteolysis. The mean linear polyethylene wear was 2.74 mm. The mean linear wear rate was 0.28 mm per year and the corresponding estimate of volumetric wear was 1689.15 mm³. The mean linear polyethylene wear and linear wear rate in revised hips was 3.05 mm and 0.33 mm per year, respectively. The estimated volumetric wear in the revised group was 1882.27 mm³.

Conclusion: HA-coated cementless acetabular cup (Atoll®) demonstrated a high rate of loosening and poor results in wear and osteolysis. Further studies are needed to promote the design of acetabular cups and the technique of HA coating.

Key Words: Hip joint, Total hip arthroplasty, Hydroxyapatite, Atoll acetabular cup

서 론

1987년 Geesink 등¹³⁾이 생물학적으로 활성인 hydroxyapatite (HA)를 표면에 도포한 인공 삽입물이 HA의 골전도성(oseoconduction)으로 인해 더욱 견고한 고정을 얻을 수 있다고 보고한 이래 이를 뒷받침하는 여러 결과들이 발표되어 왔다^{12,18,39)}. 지금까지 여러 임상 보고

에서 HA 피복 대퇴 삽입물에 대해서는 중장기적으로 팔목할 만한 결과들이 발표되고 있으나^{5,12,29)}, 그에 비해 HA 피복 비구컵의 결과에 대한 보고는 많지 않다.

본원에서는 2000년도에 HA 피복 Atoll® 비구컵(Landos, Villeurbanne, France)을 사용하여 일차성 인공 고관절 전치환술을 시행 받은 환자들에 대한 최소 5년

통신저자 : 한 창 동

서울시 서대문구 신촌동 134
세브란스병원 정형외과
TEL: 02-2228-2180 · FAX: 02-363-1139
E-mail: cdhan@yumc.yonsei.ac.kr

Address reprint requests to

Chang Dong Han, M.D.
Department of Orthopedic Surgery, Yonsei University College of Medicine,
134, Sinchon-dong, Seodaemun-gu, Seoul 120-752, Korea
Tel: +82,2-2228-2180, Fax: +82,2-363-1139
E-mail: cdhan@yumc.yonsei.ac.kr

*본 논문의 요지는 2005년도 대한정형외과학회 추계학술대회에서 발표되었음.

추시에서 13.7%의 해리율을 발표한 바 있으며¹⁶⁾, 본 연구에서는 이들을 최소 10년 이상 추적 관찰하여 그 임상적, 방사선학적 결과를 보고하고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

1992년 1월부터 1994년 10월까지 HA 피복 무시멘트 비구 삽입물로 일차성 인공 고관절 전치환술을 시행 받은 전체 97명(108예) 중에서 18명이 추적 소실되었고 2명이 사망하여, 최소 10년 이상 추시가 가능했던 77명의 84예 고관절에 대해 평가하였고 평균 추시 기간은 142개월(120–164개월)이었다.

인공 고관절 전치환술 시 환자의 나이는 평균 47.3세(19–80세)였으며 남자가 56예(49명), 여자가 28예(28명)였다. 신장은 평균 163.9 cm (140–182 cm)였고, 몸무게는 평균 61.9 kg (45–84 kg)이었으며 체질량지수(Body mass index)는 평균 23.0 kg/m² (15.6–32.0 kg/m²)였다. 수술 전 진단은 대퇴골두 무혈성 괴사 52예(61.9%), 골관절염 11예(13.1%), 대퇴 경부 골절 5예(6.0%), 대퇴 경부 골절 후 불유합 4예(4.8%), 화농성 고관절염 후유증 4예(4.8%), 고관절 강직 3예(3.6%), 류마티오이드 관절염 2예(2.4%), 강직성 척추염 1예(1.2%), 결핵성 고관절염 후유증 1예(1.2%), 골 화석증 1예(1.2%)

Table 1. Data on the Patients Who Had at Least 10 Years of Clinical Follow-up

Number of cases	84
Number of patients	77
Duration of follow-up* (mos)	142 (120-164)
Age* (yrs)	47.3 (19-80)
Height* (cm)	163.9 (140-182)
Weight* (kg)	61.9 (45-84)
Mean body-mass index*	23.0 (15.6-32)
Gender (men/women)(number of cases)	56/28
Initial pathology (number of cases)	
Avascular necrosis	52
Osteoarthritis	11
Fracture, neck of femur	5
Non-union after femoral neck fracture	4
Sequelae of pyogenic arthritis	4
Fused hip	3
Rheumatoid arthritis	2
Ankylosing spondylitis	1
Secondary osteoarthritis due to tuberculosis	1
Osteopetrosis	1

*The data are given as the mean with the range in parenthesis.

였다(Table 1).

2. 인공 삽입물

비구컵은 HA로 피복된 티타늄 합금(TA6V ELI)의 반구형 컵인 Atoll[®] (Landos, Villeurbanne, France)을 사용하였는데, 생체학적으로 활성인 순도 98% 이상, 50–70% 결정도(crystallinity)의 calcium hydroxyapatite (Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂)가 plasma-spray 방식으로 금속 컵의 매끈한 외벽 전체에 평균 155μm 두께로 코팅되어 있다. 대퇴 삽입물은 Euroform anatomical femoral prosthesis (Landos, Villeurbanne, France)를 사용하였는데, 삽입물의 재질은 티타늄 합금이며, 삽입물 상부 절반의 표면은 HA로 피복되어 있다. 폴리에틸렌 라이너는 초고분자량 폴리에틸렌의 압출기둥에서 제작되었으며, 반월형의 탈구방지 테두리를 가지고 있다.

3. 수술 방법

수술은 모두 제 1저자(CDH)에 의해 시행되었는데, 수술 방법은 환자를 척추 마취하에 측와위로 하고, 후외측 도달법을 사용하였으며, 전자부 절골술은 시행하지 않았다. 대퇴 삽입물과 비구컵의 고정에는 무시멘트 방법이 사용되었으며, 비구는 압박고정을 위하여 비구컵의 크기보다 1–2 mm 작게 확공하였고 컵 삽입 후 2–3개의 자가 압박 망상골 나사를 사용하여 고정하였다. 예방적 항생제(Epocelin 1 g) 투여는 수술 중에 하였으며, 수술 후 2일간 항생제(4 g/일)를 투여하였다. 수술 전후에 항응고제는 투여하지 않았으나 하지의 심부정맥 혈전증 예방을 위해 색전 방지 양말을 수술 후 1주간 착용하도록 하였다. 수술 직후 토마스 부목에 수술한 다리를 현수하였고, 수술 후 24시간 후에 토마스 부목을 제거하고 환자의 상태에 무리가 가지 않는 한 수술 다음날 저녁부터 목발이나 보행기를 이용하여 부분 체중지지 보행을 시행하였으며, 완전 체중지지 보행은 수술 후 2개월까지는 금지하였다.

4. 평가 방법

결과의 평가는 Harris 고관절 점수¹⁹⁾의 측정과 함께 고관절의 전후면과 측면 단순 방사선 촬영을 시행하였는데, 수술 후 6주, 3개월, 6개월, 12개월에 각각 시행하였으며, 그 이후에는 1년 간격으로 평가하였다. Harris 고관절 점수는 90점 이상을 우수로 평가하였고, 80점 이상

에서 90점 미만은 양호, 70점 이상에서 80점 미만은 보통, 70점 미만은 불량으로 평가하였다¹⁹⁾. 방사선 사진에서는 골내막 신생골 형성, 방사선 투과성선, 골융해, 비구 삽입물의 외전각 및 수평/수직 이동, 폴리에틸렌의 선형 마모율, 이소성 골형성 등을 관찰하였다. 비구 삽입물 주위의 골 음영의 변화는 DeLee와 Charnley 등⁶⁾이 기술한 영역에 따라 비구컵의 영역을 나누어 관찰하였다. 비구컵의 수평이동은 비구컵의 중심과 낙루(tear drop) 중심에서의 수직선까지 수평 거리 변화로, 수직이동은 낙루 밑 부분을 잇는 낙루간선(inter-tear drop line)과 비구컵의 중심과의 수직 거리 변화로 측정하였다²⁰⁾. 비구컵의 경사각 변화가 3도 이상인 경우, 수평 및 수직 이동이 각각 2 mm 이상인 경우, 골-비구컵 사이의 방사선 투과성선이 2 mm 이상이면서 진행되는 경우, 비구컵에 있는 나사못의 단절이 있는 경우 해리가 있는 것으로 판단하였다^{20,28)}. 골융해는 인공 삽입물에 인접하여 골손실이 국소적인 낭종 같거나(rounded) 가리비 모양(scalloped)이며 경계가 명확한 방사선 투과성 병변으로 정의하였으며⁴¹⁾, 일련의 추시 방사선 사진들을 세밀히 판독하여 응력 방패에 의한 단순한 골 흡수와 구분해 DeLee와 Charnley 영역에 따라 발생부위를 나누어 관찰하였다. 고관절 전후면 사진에서 보이는 골융해의 넓이는 기존의 병변 최대 길이를 이용하는 방식 대신 PACS (Picture Archiving Communication System, General Electrics, Milwaukee, WI, USA)에서 평면 넓이를 구하는 기능을 사용하여 더욱 정확하게 측정하고자 하였다. 폴리에틸렌 마모와 선형마모율은 Livermore 등²⁶⁾의 개념을 이용하여 수술 직후 방사선 사진과 최근 추시된 방사선 사진 상에서

PACS를 이용하여 측정하였고, 이소성 골형성은 Brooker 등³⁾의 기준에 따라 분류하였다.

결 과

1. 임상적 결과

Harris 고관절 점수는 술 전 평균 54.7 (0-77.2)점이었고 술 후 2년째 평균 94.4 (69-100)점, 술 후 5년째 평균 90.2 (32-100)점, 술 후 10년에는 평균 88.5 (27.1-100)점이었다. 수술 후 10년째에는 우수가 50예(59.6%), 양호가 20예(23.8%), 보통이 7예(8.3%), 불량이 7예(8.3%) 있었다.

2. 방사선학적 결과

수술 후 골-비구 삽입물 사이의 간격(postoperative gap)은 8예에서 관찰되었는데, DeLee와 Charnley의 제 1영역에 5예(5.9%), 제 2영역에 2예(2.4%), 제 3영역에 3예(3.6%) 있었고 전 예에서 1 mm 이하였다. 이 간격은 1예를 제외하고 모두 술 후 3년 이내에 소실되었으며, 간격이 남아 있었던 1예에서도 1 mm 이하로 비진행성이었다. 골내막 신생골 형성은 제 1영역에 63예(75%), 제 2영역에 6예(7.1%), 제 3영역에 54예(64.3%) 있었는데, 술 후 2-3개월에는 비구골의 뚜렷한 음영증가는 없지만 비구골의 골소주가 비구 삽입물로 향하는 양상이 좀더 명확히 관찰되어 불완전한 골결합(bone bonding)으로 생각되었으며(Fig. 1A), 술 후 6개월에는 spot wells가 명확하게 관찰되는 양상을 보였다(Fig. 1B). 비구골의 골융해는 40예(47.6%)에서 관찰되었는데, 제 1영역에 25예(62.5%), 제 2영역에 24예(60%), 제 3영역에 35예(86.6%)

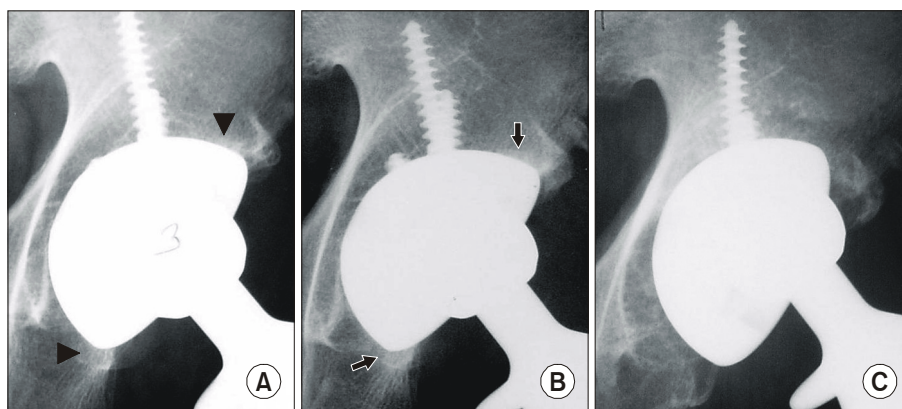


Fig. 1. Serial radiographs demonstrate loosening of the acetabular component. (A) Three months after surgery, definite spot wells are not seen, but trabecula of the acetabulum to the cup surface are observed (arrow head). (B) Six months after surgery, spot wells are seen at zone 1 and 3 (arrow). (C) Six years after surgery, loosening of the cup developed.

의 분포를 보였다. 또한 골용해가 있었던 대부분의 증례에서 골용해는 술 후 3년에서 5년 사이에 주로 제 1영역의 최외측이나 제 3영역의 최하단에서 시작하는 양상을 보였고 이 중 23예(57.5%)에서는 골용해가 광범위하게 진행되었는데 술 후 6-7년 추사에서 빠르게 진행하였다. 고관절 전후면 사진에서 측정한 골용해의 넓이는 평균 610.1 mm^2 ($0-2,642 \text{ mm}^2$)이었다. 방사선 투과성선은 10예(11.9%)에서 관찰되었는데 7예에서 1 mm 이하의 방사선 투과성선이 제3영역에서 시작하였고 3예에서는 제 1영역에서 시작하였다. 이 중 6예에서는 진행성이었으며 광범위한 골용해가 동반되었고 이들 전 예에서 해리가 발생하였다. 또한, 비구컵 해리가 발생하였던 13예 중 5예에서는 술 후 6-7년에 갑자기 해리가 발생하였고, 8례는 술 후 추적 관찰이 안되다가 술 후 9년 이후에 내원하여 해리를 진단 받았다.

3. 폴리에틸렌 마모

폴리에틸렌 선형마모는 평균 2.74 mm ($0.66-5.92 \text{ mm}$)이었고 마모율은 평균 0.28 mm/년 ($0.06-0.74 \text{ mm/년}$)이었으며 추산된 용적 마모는 $1,689.15 \text{ mm}^3$ ($408.41-3,645.42 \text{ mm}^3$)이었다. 재치환술을 받은 환자군의 평균 폴리에틸렌 선형마모 및 마모율은 각각 3.05 mm ($1.63-4.64 \text{ mm}$), 0.33 mm/년 ($0.13-0.74 \text{ mm/년}$)이었고 추산된 용적 마모는 $1,882.27 \text{ mm}$ ($1,003.60-2,857.09 \text{ mm}$)이었다. 선형마모, 마모율 및 용적마모는 재치환술 환자군과 재치환술을 받지 않은 환자군 간에 통계적으로 의미 있는 차이를 보였다($p < 0.05$). 폴리에틸렌 마모율은 환자의 성별, 진단명, 체중, 신장, 체질량 지수와 의미 있는 상관관계를 보이지 않았고 골용해 면적과도 통계적 상관성을 가지지 않았으나, 나이가 적을수록 마모율이 의미있게 증가하였다(Spearman's $r_s = -0.47$, $p < 0.05$).

4. 합병증

수술 중 대퇴골 골절(calcar crack)이 2예(2.4%) 있었으나 단순 강선 고정으로 고정하였다. 1예(1.2%)에서 심부 감염이 발생하여 Girdlestone 수술을 시행하였으며, 심부 혈전 등에 의한 폐 색전증은 관찰되지 않았다. 1예(1.2%)에서 술 후 3개월에 인공 고관절 탈구가 있었으나 폐쇄적 정복술 후 재탈구는 없었다. 이소성 골형성은 모

두 11예(13.1%)에서 관찰되었으나, 모두 Brooker 등³⁾의 분류 1등급에 해당하였고 고관절 운동에 장애를 초래하지 않았다. 비구 삽입물의 해리는 13예(15.5%)에서 발생하였으며 전례에서 비구컵의 재치환술을 시행하였다.

5. 재치환술

비구컵 또는 폴리에틸렌 라이너의 재치환술은 28예(33.3%)에서 시행하였거나 시행 예정이며 남자 18례, 여자 11례로 평균 연령은 43.3세(19-67세)였다. 이들의 신장은 평균 164.5 cm ($150-174 \text{ cm}$)였고 몸무게는 평균 64.3 kg ($51-80 \text{ kg}$)이었으며 체질량지수는 평균 23.7 kg/m^2 ($20.3-28.7 \text{ kg/m}^2$)였다. 수술 전 진단은 대퇴골두 무혈성 괴사 16예(57.1%), 골관절염 4예(14.3%), 대퇴 경부 골절 4예(14.3%), 고관절 강직 2예(7.1%), 류마티오이드 관절염 1예(3.6%), 골 화석증 1예(3.6%)였다(Table 2). 재치환술까지 평균 추시기간은 110개월(41-158개월)이었다. 재치환술을 받지 않은 환자군과 재치환술 환자군 간에 체중, 신장, 체질량 지수의 의미 있는 차이는 보이지 않았다.

28예의 재치환술 중 13예(15.5%)에서 비구 삽입물의 해리가 관찰되어 비구 삽입물 재치환술을 시행하였고, 8예(9.5%)에서 심한 폴리에틸렌 라이너 마모 및 골용해를 보여 7예에서 비구 삽입물 재치환술 및 골이식술을 시행하였고 1예는 최근 추사에서 발견되어 수술 예정으로 있다. 즉 비구컵 해리, 폴리에틸렌 마모 또는 골용해 등의 이유로 비구컵 재치환술이 필요했던 환자는 모두 21예

Table 2. Data on the Patients Who Received Hip Arthroplasty Revisions

Number of cases	28
Duration of follow-up until revision* (mos)	110 (41-158)
Age* (yrs)	43.3 (19-67)
Height* (cm)	164.5 (150-174)
Weight* (kg)	64.3 (51-80)
Mean body-mass index*	23.7 (20.3-28.7)
Gender (men/women) (number of cases)	18/10
Initial pathology(number of cases)	
Avascular necrosis	16
Osteoarthritis	4
Fracture, neck of femur	4
Fused hip	2
Rheumatoid arthritis	1
Osteopetrosis	1

*The data are given as the mean with the range in parenthesis.

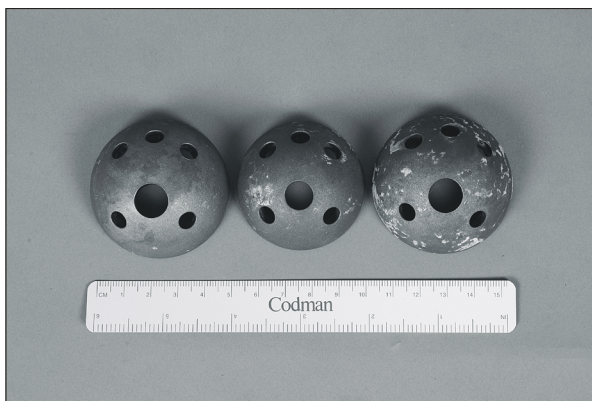


Fig. 2. Photograph of the retrieved cups demonstrates little hydroxyapatite and bone ingrowth.

(25%)였다. 비구 삽입물의 해리로 인한 재치환술 시 비구 삽입물 표면에 HA 코팅이 거의 남아있지 않은 소견(Fig. 2)과 함께 흡수되지 않은 HA 입자들이 비구 골조직 내에 남아 있는 것을 육안으로 관찰할 수 있었다. 한편, 골용해가 거의 없는 심한 폴리에틸렌 라이너 마모로 인한 라이너 교환술이 7예(8.3%) 있었다. 재치환술은 술 후 평균 104개월(58-152개월)에 시행하였다.

고 찰

인공 관절 치환술이 발달한 이래 장기적으로 견고한 고정을 얻기 위해 여러 가지 방법들이 개발되어 왔는데 세공 피복 인공 삽입물은 골조직 대신 섬유성 조직이 자라 들어가고 골조직과 인공 삽입물 간의 결합이 완전하지 못하여 골-인공 삽입물 간의 계면 전단 응력이 피질골 강도의 30% 정도 밖에 얻을 수 없는 등의 문제로 좀 더 강한 고정을 얻기 위해 HA에 대해 관심을 갖게 되었다^{2,10,36,37}. HA는 생물학적으로 활성적인 물질로서 삽입물과 골조직 사이에 있는 2 mm까지의 간격뿐만 아니라 500 μ m의 미세 운동 하에서도 골조직 형성을 유도할 수 있기 때문에 이러한 물질을 인공 삽입물에 붙임으로써 수술 시 생길 수 있는 삽입물과 골조직 사이의 작은 간격을 극복할 수 있고 화학적 접합에 의해 초기에 골 내성장을 얻을 수 있다는 이론하에 활발히 연구가 진행되어 왔다^{12,13,18,39}.

본 연구에서 수술 후 5년까지는 비구 삽입물 주위의 방사선학적 소견은 매우 안정적이었다. 골내막 신생골 형성은 빠른 경우 수술 후 6개월에도 나타났으며, 수술 후 1년째에는 주로 제1영역이나 제3영역에서 뚜렷이 관찰되

었다. 그리고 방사선 투과성선도 수술 후 5년까지 국소적으로 4예(4.8%)에서만 관찰되어 방사선학적으로 좋은 결과를 보였다. 이는 HA의 골전도성에 의한 좋은 효과를 인정할 수 있는 소견으로 생각된다.

그러나 수술 후 5년이 경과하면서 비구컵 주위에서 갑자기 방사선 투과성선이 관찰되었는데, 어느 한 영역에 국한되지 않고 전 영역으로 진행되는 경우 모두 해리가 속발하였다. 또한 골용해도 술 후 6년에서 7년이 경과하면서 빠르고 광범위하게 진행되는 양상을 보였으며, 비구컵 해리가 발생하였던 13예 중 추적 관찰이 안되다가 술 후 9년 이후에 고관절 통증으로 내원하여 해리를 진단 받았던 8예를 제외한 5예에서는 모두 술 후 6-7년에 해리가 발생하였다. 즉, Atoll[®] 비구컵은 술 후 5년이 지나면서 골용해, 방사선 투과성선 및 해리가 빠르게 진행되는 양상을 보였다. HA 코팅 비구 삽입물에서 장기 생존률이 좋지 않다는 보고들이 있는데, 본 연구에서 사용한 비구컵과 동일한 HA 피복 Landos Atoll cup의 10년 추시를 보고한 Lai 등²⁴은 평균 10년 추시에서 31% 이상의 실패율을 보고하면서 이 중 무세균성 해리로 인한 실패율이 24%에 달하였고 불안정한 비구컵의 경우 안정된 비구컵보다 HA의 흡수가 많다고 하여 비구컵의 물리적 안정성을 강조하였다. 또한 Kong 등²³도 Landos Atoll cup의 5년 이상 추시에서 48.4%의 높은 실패율을 보고하였고 Reikeras와 Gunderson³⁴은 Atoll 압박 고정형 비구컵의 최소 7년 추시에서 21%의 실패율을 보고 하였으며, Capello 등⁵이 HA 피복 비구컵으로 8년 추시에서 26.2%의 실패율을 보고한 바 있다. 한편 표면이 매끈한 이들 비구컵에서의 높은 해리율과는 달리 나사형 HA 피복 비구 삽입물에서는 비교적 좋은 결과들이 보고되었는데, Rokkum 등³⁵은 HA 피복 Landos Corail 비구컵의 7년 이상 추시에서 5% 해리를 보고 하였고 Epinette 등⁹은 HA 피복 나사형 비구컵의 최소 10년 추시에서 99% 이상의 좋은 생존율을 보고하였으며, Geesink¹²는 Omnifit-HA 피복 나사형 비구컵으로 10년 추시에 93%의 생존율을 보고하였다.

본 연구에서 장기 추시에서의 높은 해리율과 재수술 소견의 원인으로 HA-금속 사이 결합의 실패, 골-HA 사이 결합의 실패, HA의 화학적 흡수에 의한 이차적 실패, 골용해에 의한 실패 등을 생각해 볼 수 있는데, Lai 등²⁴은 매끈한 표면에 HA 코팅을 한 컵의 고정 시 압박 고정이

부족할 경우 컵의 미세운동으로 인하여 HA 코팅이 벗겨지는(delamination) 것으로 실패 원인을 분석하였다. Capello 등⁵⁾도 컵 해리의 원인을 HA-비구컵 사이에 결합 실패로 설명하였는데, 결국 대퇴 스템은 압박력을 받는 반면 비구컵은 전단력을 받기 때문에 비구컵과 골 사이의 물리적 결합이 약한 매끈한 비구컵에 전단력이 지속될 경우 HA-비구컵 사이에 결합 실패(fatigue failure)가 올 수 있다는 것이다³⁵⁾.

비구컵 실패의 원인으로 골-HA 간의 분리 후 HA가 흡수되었다면, 본 연구에서 컵의 해리를 진단하고 수술까지의 기간이 매우 짧았기 때문에 컵에 HA 코팅이 어느 정도 남아있을 것으로 생각되지만 제거된 컵에서 남아 있는 HA는 거의 관찰할 수 없었고(Fig. 2), 반면 비구 골조직에 대부분의 HA 코팅이 남아 있는 것을 육안으로 확인할 수 있었다. 또한 HA는 tricalciumphosphate (TCP)와는 달리 체내에서 많이 흡수되는 성질이 아니므로¹⁸⁾ HA의 흡수 자체가 컵의 해리를 유발할 것으로 생각하지 않는다. 다만 HA와 관련된 골형성 과정은 HA가 삽입물 표면에서 용해되어 calcium 및 phosphate 이온을 방출하여 골아세포를 골조직 및 HA 피복 표면으로 유도하게 되는데^{21,31,40)}, 이러한 과정이 특히 매끈한 표면에서 HA와 삽입물 간의 결합을 약화시킬 수 있다고 하였다²⁴⁾. 또한, 방사선학적으로는 세공 피복 삽입물의 경우 비록 전 영역에 1 mm 이하의 방사선 투과성선이 관찰되었더라도 실제로는 섬유성 안정을 이루거나 방사선 사진에서 관찰되지 않는 부위에 골성 결합을 이루어 대부분 안정성을 확보하는데, HA 피복 Atoll[®] 비구컵의 경우 본 연구에서 1 mm 이하의 방사선 투과성선이라도 전 영역에 발생하였을 경우 모두 해리가 발생하였다. 이러한 점들을 모두 감안할 때 본 연구에 사용된 비구컵의 실패의 원인은 골과 HA 사이의 해리나 HA 흡수로 인한 해리라기보다는 HA와 비구컵 사이에 해리가 발생했을 가능성이 높음을 암시한다. 물론 심한 골용해를 동반했던 경우는 골용해에 의한 이차적인 비구컵 해리의 가능성도 배제할 수 없을 것이다.

Shen 등⁴²⁾은 체중 부하 canine 모델에서 smooth rod로부터 HA가 delamination되는 것을 증명하였고, 여러 저자들이 HA 피복 삽입물에서 HA와 삽입물 간 결합이 약한 부위임을 주장하였다^{7,25,30)}. 즉, HA 피복 비구컵에서는 비구컵의 금속면이 매끈한 경우 HA와 금속 간의 결

합이 일상적 활동에 따른 스트레스를 견딜 수 없고 따라서 장기 안정성을 위해서는 비구컵과 골과의 물리적 결합이 반드시 필요하다는 것이다³³⁾. Manley 등²⁷⁾도 HA 피복 비구 삽입물이 압박 고정형 및 나사형일 경우 각각 해리율이 11%, 1%임을 보고하면서 비구 삽입물의 기계적 결합을 강조하였다.

본 연구에서 폴리에틸렌의 마모율은 평균 0.28 mm/년으로 시멘트형 및 다른 무시멘트형 삽입물에 비해 좋지 않은 결과를 보였다. 시멘트형 삽입물에서 평균 선형 마모율이 0.05-0.21 mm/년으로 보고되었으며^{4,26)}, 무시멘트형 삽입물(Harris-Galante 비구컵)의 평균 선형 마모율은 0.14-0.21 mm/년으로 보고 된 바 있다^{17,22,32,38)}. Kim 등²²⁾은 폴리에틸렌 마모율이 환자의 연령 및 골용해 발생과 유의한 관련성이 있다고 보고한 바 있는데 본 연구에서는 환자의 연령과는 유의한 상관성을 나타내었으나 폴리에틸렌의 마모 정도와 골용해 면적 간의 의미있는 통계성은 보이지 않았다. 본 연구에서 재수술 시 HA 입자들이 폴리에틸렌 라이너의 관절면에 박혀 있는 것을 확인할 수 있었는데, 이는 Bloebaum 등¹⁾이 제시했던 것과 같은 소견으로 심한 폴리에틸렌 마모의 원인으로 HA 입자에 의한 제 3자 마모를 생각해 볼 수 있다. 더욱이 Atoll[®] 비구컵은 HA 코팅 두께가 155 μ m로 두껍기 때문에 코팅의 박리 위험성이 증가하며 더 많은 HA 입자가 유리될 수 있다고 볼 수 있다^{13,14)}.

결론

HA 피복 Atoll[®] 비구컵은 장기 추사에서 높은 해리율과 심한 마모 및 골용해를 보였으며, HA 코팅 비구컵의 경우 초기 고정에 대한 디자인 및 HA 피복 기술에 관한 연구가 더 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Bloebaum RD, Beeks D, Dorr LD, Savory CG, Dupont JA, Hofmann AA: Complications with hydroxyapatite particulate separation in total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, 298: 19-26, 1994.
2. Bobyn JD, Pilliar RM, Cameron HU, Weatherly GC: The optimum pore size for the fixation of porous-surfaced metal implants by the ingrowth of bone. *Clin Orthop Relat Res*, 150: 263-270, 1980.

3. **Brooker AF, Bowerman JW, Robinson RA, Riley LH Jr:** Ectopic ossification following total hip replacement. Incidence and a method of classification. *J Bone Joint Surg Am*, 55: 1629-1632, 1973.
4. **Callaghan JJ, Pedersen DR, Olejniczak JP, Goetz DD, Johnston RC:** Radiographic measurement of wear in 5 cohorts of patients observed for 5 to 22 years. *Clin Orthop Relat Res*, 317: 14-18, 1995.
5. **Capello WN, D'Antonio JA, Manley MT, Feinberg JR:** Hydroxyapatite in total hip arthroplasty. Clinical results and critical issues. *Clin Orthop Relat Res*, 355: 200-211, 1998.
6. **DeLee JG, Charnley J:** Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. *Clin Orthop Relat Res*, 121: 20-32, 1976.
7. **Ducheyne P, Cuckler JM:** Bioactive ceramic prosthetic coatings. *Clin Orthop Relat Res*, 276: 102-114, 1992.
8. **Dumbleton J, Manley MT:** Hydroxyapatite-coated prosthesis in total hip and knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*, 86: 2526-2540, 2004.
9. **Epinette JA, Manley MT, D'Antonio JA, Edidin AA, Capello WN:** A 10-year minimum follow-up of hydroxyapatite-coated threaded cups: clinical, radiographic and survivorship analyses with comparison to the literature. *J Arthroplasty*, 18: 140-148, 2003.
10. **Galante J, Rostoker W, Lueck R, Ray RD:** Sintered fiber metal composites as a basis for attachment of implants to bone. *J Bone Joint Surg Am*, 53: 101-114, 1971.
11. **Geesink RG:** Hydroxyapatite-coated total hip prosthesis. Two-year clinical and roentgenographic results of 100 cases. *Clin Orthop Relat Res*, 261: 39-58, 1990.
12. **Geesink RG:** Osteoconductive coatings for total joint arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, 395: 53-65, 2002.
13. **Geesink RG, de Groot K, Klein CP:** Bonding of bone to apatite-coated implants. *J Bone Joint Surg Br*, 70: 17-22, 1988.
14. **Geesink RG, de Groot K, Klein CP:** Chemical implant fixation using hydroxyl-apatite coatings. The development of a human total hip prosthesis for chemical fixation to bone using hydroxyl-apatite coatings on titanium substrates. *Clin Orthop Relat Res*, 225: 147-170, 1987.
15. **Gruen TA, McNeice GM, Amstutz HC:** "Modes of failure" of cemented stem-type femoral components: a radiographic analysis of loosening. *Clin Orthop Relat Res*, 141: 17-27, 1979.
16. **Han CD, Lee WS:** Total hip arthroplasty with hydroxyapatite-coated Atoll[®] acetabular cup -minimum 5-year follow-up result-. *J Korean Orthop Assoc*, 35: 879-884, 2000.
17. **Han CD, Choe WS, Yoo JH:** Effect of the polyethylene wear on osteolysis in cementless primary total hip arthroplasty -minimum 5 years' follow-up study-. *J Korean Orthop Assoc*, 33: 746-758, 1998.
18. **Han CD, Yang IH, Shin DE, Kang ES and Kim NH:** The effect of hydroxyapatite coating on the mechanical strengths and histological profiles of porous titanium implants in dogs. *J Korean Orthop Assoc*, 29: 1721-1729, 1994.
19. **Harris WH:** Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*, 51: 737-755, 1969.
20. **Heekin RD, Callaghan JJ, Hopkinson WJ, Savory CG, Xenos JS:** The porous-coated anatomic total hip prosthesis, inserted without cement. Results after five to seven years in a prospective study. *J Bone Joint Surg Am*, 75: 77-91, 1993.
21. **Jaffe WL, Scott DF:** Total hip arthroplasty with hydroxyapatite-coated prostheses. *J Bone Joint Surg Am*, 78: 1918-1934, 1996.
22. **Kim YH, Choi SW, Park KC and Choi IY:** Polyethylene wear and osteolysis in uncemented acetabular component. *J Korean Orthop Assoc*, 40: 138-142, 2005.
23. **Kong CB, Song WS, Yoo JJ et al:** The results of primary cementless THA using Landos hydroxyapatite-coated prosthesis -minimum 5 year follow-up-. *J Korean Orthop Assoc*, 40: 19-24, 2005.
24. **Lai KA, Shen WJ, Chen CH, Yang CY, Hu WP, Chang GL:** Failure of hydroxyapatite-coated acetabular cups. Ten-year follow-up of 85 Landos Atoll arthroplasties. *J Bone Joint Surg Br*, 84: 641-646, 2002.
25. **Lemons JE:** Hydroxyapatite coatings. *Clin Orthop Relat Res*, 235: 220-223, 1988.
26. **Livermore J, Ilstrup D, Morrey B:** Effect of femoral head size on wear of the polyethylene acetabular component. *J Bone Joint Surg Am*, 72: 518-529, 1990.
27. **Manley MT, Capello WN, D'Antonio JA, Edidin AA,**

- Geesink RG:** Fixation of acetabular cups without cement in total hip arthroplasty. A comparison of three different implant surfaces at a minimum duration of follow-up of five years. *J Bone Joint Surg Am*, 80: 1175-1185, 1998.
28. **Massin P, Schmidt L, Engh CA:** Evaluation of cementless acetabular component migration. An experimental study. *J Arthroplasty*, 4: 245-251, 1989.
29. **McNally SA, Shepperd JA, Mann CV, Walczak JP:** The results at nine to twelve years of the use of a hydroxyapatite-coated femoral stem. *J Bone Joint Surg Br*, 82: 378-382, 2000.
30. **Morscher E:** Editorial hydroxyapatite coating of prostheses. *J Bone Joint Surg Br*, 73: 705-706, 1991.
31. **Overgaard S, Soballe K, Josephsen K, Hansen ES, Bunker C:** Role of different loading conditions on resorption of hydroxyapatite coating evaluated by histomorphometric and stereological methods. *J Orthop Res*, 14: 888-894, 1996.
32. **Park SW, Chung WK, Han SB:** Polyethylene liner wear in Harris-Galante acetabular cup -Two dimensional versus three dimensional method-. *J Korean Orthop Assoc*, 36: 373-376, 2001.
33. **Rapperport DJ, Carter DR, Schurman DJ:** Contact finite element stress analysis of porous ingrowth acetabular cup implantation, ingrowth, and loosening. *J Orthop Res*, 5: 548-561, 1987.
34. **Reikeras O, Gunderson RB:** Failure of HA coating on a gritblasted acetabular cup: 155 patients followed for 7-10 years. *Acta Orthop Scand*, 73: 104-108, 2002.
35. **Rokkum M, Brandt M, Bye K, Hetland KR, Waage S, Reigstad A:** Polyethylene wear, osteolysis and acetabular loosening with an HA-coated hip prosthesis. A follow-up of 94 consecutive arthroplasties. *J Bone Joint Surg Br*, 81: 582-589, 1999.
36. **Ronningen H, Solheim LF, Langeland N:** Invasion of bone into porous fiber metal implants in cats. *Acta Orthop Scand*, 55: 352-358, 1984.
37. **Sandborn PM, Cook SD, Spires WP, Kester MA:** Tissue response to porous-coated implants lacking initial bone apposition. *J Arthroplasty*, 3: 337-346, 1988.
38. **Shon WU, Lee SH, Kim HJ, Lim HC, Rha KW:** Wear rate of polyethylene in hybrid total hip arthroplasty. *J Korean Orthop Assoc*, 35: 113-118, 2000.
39. **Soballe K:** Hydroxyapatite ceramic coating for bone implant fixation. Mechanical and histological studies in dogs. *Acta Orthop Scand Suppl*, 255: 1-58, 1993.
40. **Sun L, Berndt CC, Gross KA, Kucuk A:** Material fundamentals and clinical performance of plasma-sprayed hydroxyapatite coatings: a review. *J Biomed Mater Res*, 58: 570-592, 2001.
41. **Zicat B, Engh CA, Gokcen E:** Pattern of osteolysis around total hip components inserted with and without cement. *J Bone Joint Surg Am*, 77: 432-439, 1995.
42. **Shen WJ, Chung KC, Wang GJ, McLaughlin RE:** Mechanical failure of hydroxyapatite- and polysulfone-coated titanium rods in a weight-bearing canine model. *J Arthroplasty*, 7: 43-49, 1992.

= 국문초록 =

목적: Hydroxyapatite (HA) 피복 무시멘트 비구컵을 사용한 일차성 인공 고관절 전치환술을 시행 받은 환자들의 최소 10년 이상 추적 관찰 결과를 보고하고자 한다.

대상 및 방법: 1992년 1월부터 1994년 10월까지 HA 피복 무시멘트 비구 삽입물로 일차성 인공 고관절 전치환술을 시행 받은 97명, 108예의 고관절 중 최소 10년 이상 추시가 가능했던 77명, 84예의 고관절에 대해 임상적 및 방사선학적으로 평가하였다.

결과: Harris 고관절 점수는 술 전 평균 54.7 (0-77.2)점이었고 술 후 10년 평균 88.5 (27.1-100)점이었다. 84예 중 재치환술은 28예(33.3%)에서 필요하였으며 이 중 13예(15.5%)에서 비구 삽입물의 해리가 관찰되어 비구 삽입물 재치환술을 시행하였고 8예(9.5%)에서 심한 폴리에틸렌 라이너 마모 및 골용해를 보여 7예에서 비구 삽입물 재치환술을 시행하였으며 1예는 재치환술 예정이다. 또한, 골용해가 거의 없는 심한 폴리에틸렌 라이너 마모로 인한 라이너 교환술 7예(8.3%)가 있었다. 폴리에틸렌 선형마모는 평균 2.74 mm였고 연간 선형 마모율은 평균 0.28 mm/년이었으며, 추산된 용적마모는 1,689.15 mm³이었다. 재치환술을 받은 환자군의 평균 폴리에틸렌 선형마모 및 연간 선형 마모율은 각각 3.05 mm, 0.33 mm/년이었고 용적마모는 1,882.27 mm³이었다.

결론: HA 피복 무시멘트 비구컵(Atoll[®])은 장기 추사에서 높은 해리율과 심한 마모 및 골용해를 보였으며, 비구컵 고정에 대한 디자인 및 hydroxyapatite 피복에 관한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

색인 단어: 고관절, 인공 고관절 전치환술, Hydroxyapatite, Atoll 비구컵